

PCT/NL

10/534832
03/00803

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN



Bureau voor de Industriële Eigendom

REC'D 11 DEC 2003

WIPO

PCT

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 15 november 2002 onder nummer 1021935,
ten name van:

**NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST-
NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TNO**

te Delft

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het classificeren van een bodemsoort, meetinrichting en computer programma
product voor het uitvoeren van een dergelijke werkwijze",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 28 november 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,
voor deze,

Mw. I.W. Scheevelenbos-de Reus

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

P59642NL00

Titel: Werkwijze voor het classificeren van een bodemsoort, meetinrichting en computer programma product voor het uitvoeren van een dergelijke werkwijze

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het classificeren van een bodemsoort op een bodem onder een vloeistof, welke werkwijze de stap omvat van het uitvoeren van een akoestische reflectiemeting, waarin een eerste attribuut bepaald wordt dat een sterkte
5 representeert waarmee akoestische golven die vanaf een locatie op de bodem door de vloeistof in een reflectierichting gereflecteerd worden.

Een dergelijke werkwijze is bekend en wordt bijvoorbeeld toegepast in classificatiesystemen die soorten zeebodems, zoals bijvoorbeeld sediment,
10 grofkorrelig zand of fijnkorrelig zand, onderscheiden door middel van sonarapparatuur. Hierbij gebruikt men een reflectiemeting in een richting loodrecht onder een schip, waarin vanaf het schip een akoestische signaal uitgezonden wordt en vervolgens de sterkte van de golven gemeten wordt die door de bodem loodrecht onder het schip gereflecteerd zijn. Het
15 gereflecteerde signaal bevat informatie over de zeebodem waaruit materiaaleigenschappen van de zeebodem achterhaald kunnen worden.

Voor dergelijke metingen is een calibratie nodig van het gereflecteerde signaal met behulp van zeebodemmonsters en voorafgaande reflectiemetingen. Bij de meting wordt de sterkte van het gereflecteerde
20 signaal bepaald. Vervolgens wordt uit de numeriek waarde van de sterkte de soort zeebodem geclassificeerd overeenkomstig de uitkomsten van de calibratie.

Het is gebleken dat deze classificatiemethode echter een beperkt onderscheidend vermogen heeft, zodat slechts een zeer grove classificatie
25 van de zeebodem mogelijk is. Daardoor is bovendien, om bij een gegeven exploratietoetocht toch nog onderscheid te kunnen maken tussen verschillende bodemsoorten, een zeer nauwkeurige calibratie van de correspondentie

tussen gemeten reflecties en bodemsoort noodzakelijk. Hiervoor is het nodig regelmatig bodemmonsters te nemen, wat de classificatie tijdrovend en kostbaar maakt.

5 Nauwkeurige en snelle classificatiemethoden van bodemsoorten onder een vloeistof zijn onder andere van belang voor het plannen en uitvoeren van baggerwerkzaamheden, het uitoefenen van visserijactiviteiten, het construeren van waterbouwkundige kunstwerken, en het opsporen van zeemijnen, enzovoorts.

10 De uitvinding beoogt te voorzien in een werkwijze waarbij bodemsoorten onder een vloeistof op een nauwkeuriger wijze worden geclassificeerd. Daartoe is de werkwijze volgens de uitvinding gekenmerkt doordat deze voorts de stappen omvat van

- het uitvoeren van een akoestische verstrooiingsmeting, waarin een tweede attribuut bepaald wordt van akoestische golven die in wezen vanaf de
- 15 genoemde locatie op de bodem verstrooid worden;
- het voorzien in een opzoekeenheid, welke informatie bevat met betrekking tot verschillende combinaties van de waarden van het eerste en tweede attribuut, en genoemde combinaties associeert met respectievelijke bodemclassificaties; en
- 20 - het identificeren van een bodemclassificatie van de genoemde locatie aan de hand van de bodemclassificatie die de opzoekeenheid met een combinatie van het eerste en tweede attribuut associeert.

Verstrooiingsmetingen en reflectiometingen onderscheiden zich door de richting waarin signalen respectievelijk verstrooid en gereflecteerd worden: verstrooiing treedt op in alle mogelijke richtingen, terwijl reflectie

25 alleen optreedt in bepaalde richtingen waarin terugkerende golven die verspreid over een oppervlak worden gegenereerd constructief interfereren. Bij het meten van verstrooiing worden metingen aan richtingen waarin ook constructief interfererende tegen het bodemoppervlak gereflecteerde golven

30 optreden over het algemeen gemeden.

Het is gebleken dat reflectie en verstrooiingsmetingen verschillende soorten informatie met betrekking tot de bodemsoort leveren, die elkaar op zo'n manier aanvullen dat een wezenlijk hoger onderscheidend vermogen bereikt wordt dan met reflectiemetingen alleen mogelijk is.

- 5 Daardoor blijkt een betrouwbare classificatie mogelijk met gegevens uit een eenmalige calibratie van de bodemsoorten die met verschillende combinaties van gereflecteerde en verstrooide signalen corresponderen.

- Door te voorzien in een opzoekeenheid, waarin informatie ingeprogrammeerd is die verschillende bodemclassificaties associeert met
10 respectievelijke combinaties van sterktes van gereflecteerde en verstrooide signalen, wordt het mogelijk automatisch een verband te leggen tussen akoestische metingen en bodemsoorten, zodat de informatie die is verkregen uit de reflectie- en verstrooiingsmeting direct gekoppeld wordt om tot een nauwkeuriger classificatie van de bodem te komen.

- 15 Uiteraard moeten de reflectie- en verstrooiingsmetingen betrekking hebben op in wezen dezelfde locatie op de bodem onder de vloeistof. Alleen dan kunnen de gegevens van de metingen worden gecombineerd om tot een betrouwbare classificatie te komen. Daarbij is het evenwel niet onoverkomelijk dat de reflectie- en verstrooiingsmetingen niet
20 op exact dezelfde locatie betrekking hebben. Voor het interpreteren van de meetgegevens mag er enige afstand tussen de locaties van verstrooiing en reflectie bestaan zolang deze afstand maar kleiner is dan de schaal waarop de bodemstructuur verandert. Zolang dat het geval is zullen op de meeste locaties reflectiemeting en de verstrooiingsmeting samen hetzelfde resultaat
25 opleveren als wanneer er op exact dezelfde locatie gemeten wordt. Bij metingen vanaf een schip, bijvoorbeeld, kan meestal worden volstaan met het combineren van een loodrechte reflectiemeting en een verstrooiingsmeting vanaf eenzelfde positie van het schip. Desgewenst kunnen echter ook metingen vanaf verschillende posities gecombineerd

worden om meer nauwkeurig overeenkomende locaties op de bodem te verkrijgen.

De elkaar aanvullende informatie van de reflectie- en verstrooiingsmeting wordt benut door karakteristieken van de signalen te analyseren. Dit geschiedt op efficiënte wijze door de temporele signalen te representeren middels een attribuut. Aldus representeert een eerste en een tweede attribuut de sterkte van het gereflecteerde en verstrooide signaal.

Door voorts een bodemclassificatie van de genoemde locatie te identificeren aan de hand van de bodemclassificatie die de opzoekeenheid met een combinatie van het eerste en tweede attribuut associeert, worden het eerste en tweede attribuut aan de opzoekeenheid toegevoerd, zodat daadwerkelijk een koppeling wordt gelegd tussen de combinatie van gemeten numerieke waarden van de attributen enerzijds en de bodemsoort anderzijds. Hierdoor komt een bodemclassificatiesysteem beschikbaar dat een groter onderscheidend vermogen heeft.

Op voordelige wijze omvat het registreren van het gereflecteerde signaal en het verstrooide signaal de stap van het normeren van het gemeten gereflecteerde en verstrooide signaal door te compenseren voor akoestische effecten bij tenminste propagatie in de vloeistof.

Door de gemeten signalen zo te normeren ontstaat op voordelige wijze een genormeerde meting, waardoor de classificatie onder verschillende omstandigheden mogelijk is, bijvoorbeeld bij verschillende bodemdieptes, zonder dat een nieuwe calibratie nodig is. Bij deze compensatie worden akoestische verschijnselen verdisconteerd die optreden bij propagatie door de vloeistof en bijvoorbeeld bij de meting in de ontvanger. Genoemde effecten omvatten bijvoorbeeld de invloed van de bundelgeometrie van de zender en de afgelegde afstand van de propagerende golf op het gemeten signaal. Door deze interacties te modelleren met geschikt gekozen parameters en bijbehorende numerieke waarden en door het geregistreerde signaal hiermee te normeren wordt een genormeed gereflecteerd en

verstrooid signaal beschikbaar gesteld, waaruit attributen worden afgeleid die direct fysisch interpreteerbaar zijn, zoals bijvoorbeeld een reflectiecoëfficiënt. Hierdoor is een calibratie van het meetsignaal aan de hand van kostbare en tijdrovende bodemonsters overbodig geworden,
 5 waardoor een goedkope en snelle classificatiemethode wordt verkregen.

Bij voorkeur wordt ook voor de actuatie en registratie efficiëntie gecompenseerd. Zodoende kan met verschillende soorten ontvangers en/of zenders van dezelfde opzoekinformatie gebruik gemaakt worden om aan combinaties van de attributen bodemclassificaties toe te kennen. Daardoor
 10 is er slechts één soort opzoekeenheid nodig en kunnen dure calibraties voor verschillende apparatuur uitgespaard worden.

In een uitvoeringsvorm van de werkwijze overeenkomstig de uitvinding, waarbij de golven voor de verstrooiingsmeting en de reflectiemeting met zendmiddelen worden uitgezonden, wordt de
 15 reflectiemeting zo uitgevoerd dat gemeten wordt aan golven welke in een richting loodrecht vanaf de zendmiddelen naar de bodem heen en terug reizen. De verstrooiingsmeting wordt zo uitgevoerd dat gemeten wordt aan golven welke onder een hoek ten opzichte van genoemde loodrechte richting vanaf de zendmiddelen naar de bodem heen en terug reizen.

Door in het kader van de verstrooiingsmeting een zender/ontvanger geometrie zodanig in te richten dat een door de zender gegenereerd
 20 actuatiesignaal nagenoeg hetzelfde propagatiepad aflegt als het door de ontvanger geregistreeerde verstrooide signaal, maar in onderling tegenovergestelde richting, wordt bereikt dat via een schuine meting een
 25 zender van een actuatiesignaal en de ontvanger van het verstrooide signaal op ongeveer dezelfde plaats gelokaliseerd kunnen zijn. Vanwege het vermijden van lange communicatie- en voedingslijnen vereenvoudigt dit de inrichting van de zender- en ontvangergeometrie aanzienlijk.

In een andere uitvoeringsvorm van de werkwijze overeenkomstig
 30 de uitvinding omvat het uitvoeren van de reflectiemeting en

verstrooiingsmeting de stap van het ten behoeve van beide metingen genereren van slechts één actuatiesignaal, waarbij na reflectie en verstrooiing van het ene actuatiesignaal bij de bodem zowel het gereflecteerde als respectievelijk het verstrooide signaal ontstaat. Door met

5 slechts één zender een actuatiesignaal te genereren voor zowel de reflectiemeting als de verstrooiingsmeting wordt een goedkoper, eenvoudiger en sneller meetprincipe verkregen. Een tweede zender wordt namelijk uitgespaard. Eenvoud en snelheid van de metingen zijn mogelijk doordat het mogelijk is het beheer en de acquisitie van de meetgegevens

10 gemakkelijker uit te voeren en doordat bij één actuatie steeds een dubbele meting wordt verricht.

In weer een andere uitvoeringsvorm van de werkwijze overeenkomstig de uitvinding registreert één ontvanger het gereflecteerde en verstrooide signaal, waarbij door het toepassen van een tijdvenster het

15 gereflecteerde en verstrooide signaal worden geïdentificeerd. Hierdoor wordt bereikt dat voor het uitvoeren van de reflectiemeting en de verstrooiingsmeting slechts één ontvanger is vereist, wat tot een kostenbesparing en een eenvoudiger dataverwerkingsstructuur leidt. Omdat het gereflecteerde en verstrooide signaal een verschillend propagatiepad

20 door de vloeistof afleggen worden beide van elkaar gescheiden door een overeenkomstig het propagatiepad gekozen tijdvenster.

De uitvinding heeft voorts betrekking op een meetinrichting met middelen voor het classificeren van een bodemsoort onder een vloeistof overeenkomstig bovenbeschreven werkwijze.

25 Voorts heeft de uitvinding betrekking op een computer programma product voor het classificeren van een bodemsoort onder een vloeistof, welk computer programma product instructies bevat voor het doen uitvoeren van bovenbeschreven werkwijze.

Verdere voordelige uitvoeringsvormen van de uitvinding zijn

30 weergegeven in de volgconclusies.

De uitvinding zal nader worden toegelicht aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld dat in de figuren is weergegeven. In de figuren toont:

- 5 figuur 1 een schematisch zijaanzicht van een meetinrichting overeenkomstig de uitvinding,
 figuur 2 een dataverwerkingsinrichting overeenkomstig de uitvinding,
 figuur 3 een curve van gemeten verstrooiingsintensiteit (energie) als functie van de hoek θ ,
10 figuur 4 een weergave van een bepaalde reflectiefactor als functie van de plaats,
 figuur 5 een weergave van een bepaalde Lambert parameter als functie van de plaats, en
 figuur 6 een weergave van een classificatieplot overeenkomstig de
15 uitvinding.

De figuren zijn slechts schematische weergaven van een voorkeursuitvoering van de uitvinding. In de figuren zijn gelijke onderdelen met dezelfde verwijzingscijfers aangegeven.

- 20 In figuur 1 is een meetinrichting 1 weergegeven, waarin een schip 2 zich op zee 3 bevindt voor het verrichten van akoestische metingen aan de zeebodem 4. Een zender 5 genereert een eerste akoestisch actuatiesignaal 6, dat reflecteert met de zeebodem 4. Een gereflecteerd signaal 7 wordt daarna geregistreerd in een ontvanger 5 die met de zender 5 is geïntegreerd tot een
25 enkelvoudige transducent 5. Het actuatiesignaal 6 maakt deel uit van een min of meer gefocusseerde, loodrechte bundel 8, die wordt uitgezonden door de als zender functionerende transducent 5, ook wel sonar genoemd, waarbij het spectrum hoofdzakelijk boven 50 kHz ligt. Een tweede zender/ontvanger configuratie 9 genereert via een andere gefocusseerde, schuine bundel 10
30 een tweede akoestisch actuatiesignaal 11, dat na interactie bij de zeebodem

4 in allerlei richtingen als verstrooid veld 12 wordt verstrooid. Een deel van het verstrooide veld 12 wordt als verstrooid signaal 13 gedetecteerd in de tweede zender/ontvanger configuratie 9.

5 Figuur 2 toont een dataverwerkingsinrichting 20 die de structuur weergeeft van de dataverwerkingsapparatuur, die via programmatuur wordt aangestuurd. De eerste en tweede zender/ontvanger configuratie 5, 9 zijn aangesloten op respectievelijk een eerste en tweede rekeneenheid 21, 22 voor het normeren van het geregistreerde gereflecteerde respectievelijk het verstrooide signaal 7, 13. Rekeneenheden 21,22 zijn gekoppeld aan een
10 opzoekenheid 23, die is geprogrammeerd met informatie die aan combinaties van reflectie en verstrooiingsmetingen bodemsoort classificaties toekent. (Hoewel rekeneenheden 21, 22 en opzoekenheid apart getoond worden, kan, zonder af te wijken van de uitvinding, voor twee of meer van deze eenheden ook afwisselend gebruik gemaakt worden van eenzelfde
15 computer, die afwisselend programma's voor reflectie meting en/of verstrooiingsmeting en/of opzoeken uitvoert).

 In bedrijf compenseren rekeneenheden 21, 22 voor akoestische effecten bij het genereren van de actuatiesignalen 6, 11 (actuatie) bij de zenders 5, 9, het propageren door de zee 3 (propagatie) en het meten van de
20 terugkerende signalen 7, 13 (registratie) bij de ontvangers 5, 9. Zodoende blijft alleen het effect van de bodem over. Bij de compensatie voor het effect van de zender en ontvanger betreft het bijvoorbeeld een coëfficiënt die een waarde toekent aan de overdracht van een elektronisch signaal naar een akoestisch signaal en vice versa. Bovendien worden versterkingsfactoren in
25 de elektronica, die bijvoorbeeld filterfuncties of signaal conditionerende functies vervullen, bij de zender/ontvanger gecompenseerd.

 Voor het berekenen van het effect van de akoestische golfpropagatie op de sterkte van de signalen is onder andere de locale zeediepte van belang. De compensatie voor de propagatie van de akoestische
30 signalen door de zee kan bijvoorbeeld uitgevoerd worden met behulp van

- een simulatie, voor het uitrekenen van het effect van propagatie, zodat dit in de metingen gecompenseerd kan worden. Ook de hoek van het signaal ten opzichte van de zeebodem is van belang. Deze beïnvloedt namelijk de propagatieafstand en de grootte van het met de golf bereikte oppervlak.
- 5 Voorts kan in zeewater absorptie optreden. Ook de pulsduur van het actuatiesignaal beïnvloedt de sterkte van het verstrooide signaal. De simulatie gebeurt bijvoorbeeld met op zich bekende numerieke propagatiemodellen, die bijvoorbeeld gebaseerd zijn op hoogfrequente benaderingstechnieken. Ook andere simulatietechnieken kunnen zonodig
- 10 toegepast worden, zoals voor het elimineren van effecten op het geregistreerde signaal die het gevolg zijn van geluidsgolven die verschillende keren worden gereflecteerd of verstrooid tussen de zeebodem en het zeeoppervlak.

- Rekeneenheden 21, 22 extraheren voorts informatie uit de
- 15 gecalibreerde signalen voor het bepalen van een scalair eerste en tweede attribuut die de sterkte van de signalen bij reflectie en verstrooiing representeren. In het geval van de reflectiemeting is het attribuut bijvoorbeeld een reflectiecoëfficiënt; dat wil zeggen de verhouding tussen amplitude of de intensiteit van de inkomende en gereflecteerde golven. In
- 20 het geval van de verstrooiingsmeting is het attribuut bij voorkeur een maat voor de ruwheid van de zeebodem. Hiervoor is bijvoorbeeld een Lambert parameter μ geschikt die als empirisch coëfficiënt een maat is voor de ruwheid van de zeebodem. Deze parameter representeert verstrooiing bij extrapolatie van verstrooiingsmetingen als functie van de hoek naar een
- 25 geëxtrapoleerde verstrooiing in de richting loodrecht op het zeeoppervlak bij een volledig verticaal invallende actuatiegolf. Binnen het kader van een Lambert model is de verhouding van intensiteit tussen het actuatie- en gemeten verstrooide signaal evenredig met $10^\mu \sin^2\theta$, waarbij θ de hoek is van de richting van zowel het actuatie- als verstrooide signaal ten opzichte
- 30 van de zeebodem. Compensatie van effecten op de gemeten signalen ten

gevolge van actuatie, propagatie en registratie, zoals hierboven beschreven, kan plaatsvinden zowel vóór als na extrapolatie van de verstrooiingsmeting naar de verticale inval- en verstrooiingssituatie.

In figuur 3 is ter illustratie een curve getoond van gemeten
 5 verstrooiingsintensiteit S in dB (energie) als functie van de hoek θ (de vette curve). De actuatiepuls heeft een frequentie van 1 kHz. Duidelijk is het effect van de sinusvormige reductie van de verstrooiing bij afnemende hoek.

Ook andere verstrooiingsparameters zijn bruikbaar, vooral als
 10 genoemde parameters zijn gecorreleerd aan coëfficiënten die de ruwheid van de bodem beschrijven, zoals bijvoorbeeld de variantie van de diepte als functie van de locatie of een spectrum van deze dieptefunctie.

Figuur 4 toont een weergave van een dergelijke experimenteel
 bepaalde reflectiecoëfficiënt R (verticale as) als functie van de meetlocatie (horizontale as). Evenzo toont figuur 5 een weergave van een experimenteel
 15 bepaalde Lambert verstrooiingsparameter μ (verticale as) als functie van de meetlocatie (horizontale as).

Opzoekeenheid 23 bevat geprogrammeerde informatie die de
 combinatie van de waarde van de attributen vertaalt in een
 bodemclassificatie. Deze informatie wordt bijvoorbeeld eenmalig bepaald
 20 door middel van calibratie, waarbij op een aantal zeebodemlocaties met bekende bodemsoorten de betrokken attributen gemeten worden. Het is gebleken dat met dergelijke eenmalig bepaalde informatie een betrouwbare classificatie mogelijk is.

Ten einde zinvolle bodemclassificaties uit te laten voeren is het van
 25 belang typische numerieke waarden van grondsoorten, die bij een concrete meting of serie metingen verwacht worden voor te kunnen komen, ter beschikking te hebben in de opslageenheid 23.

Rekeneenheden 21, 22 voeren de uit de reflectie en
 verstrooiingsmeting verkregen informatie, in de vorm van het eerste en
 30 tweede attribuut, toe aan opzoekeenheid 23, die de numerieke waarden van

de attributen combineert tot een bodemclassificatie. Deze opzoekeenheid 23 verzorgt een koppeling tussen de numerieke waarden van de attributen en een bodemclassificatie, omdat informatie met betrekking tot associaties tussen sterktes van gereflecteerde en verstrooide signalen en bodemsoorten hierin beschikbaar is.

5 Figuur 6 illustreert de programmering van opslageenheid 23. Het bereik van het eerste en tweede attribuut kan worden voorgesteld als een tweedimensionale ruimte of vlak. In de horizontale richting staat een Lambert parameter μ uit, in de verticale richting een reflectiecoëfficiënt R .
 10 Eén reflectiemeting in combinatie met één verstrooiingsmeting wordt in dit vlak afgebeeld als een punt 30. Gebleken is dat punten 30 die betrekking hebben op één type bodemsoort, bijvoorbeeld fijn zand, binnen een gemeenschappelijke sector 31 kunnen worden afgebeeld. Aan de hand van informatie over correspondentie tussen sectoren 31 in genoemd vlak en
 15 typen zeebodem is de opzoekeenheid 23 in staat een bodemclassificatie uit te voeren.

De classificatie is bijvoorbeeld als volgt geïmplementeerd.
 Numerieke waarden van de twee attributen worden gekwantificeerd en vergeleken met een tabel, waarin aan elke combinatie van numerieke
 20 waarden een classificatiecode is toegekend. De resultaten hiervan worden getoond op een weergavescherm 24.

De uitvinding is niet beperkt tot het hier beschreven uitvoeringsvoorbeeld. Vele varianten zijn mogelijk. Zo genereert in een andere uitvoeringsvorm overeenkomstig de uitvinding de eerste zender 5
 25 één actuatiesignaal dat na reflectie en interactie met de zeebodem 4 het geregistreeerde gereflecteerde en verstrooide signaal 7, 13 veroorzaakt. Hierdoor wordt op voordelige wijze bereikt dat voor het uitvoeren van de reflectiemeting en de verstrooiingsmeting slechts één zenderconfiguratie 5 en één actuatiesignaal is vereist. De verschillende signalen die na reflectie
 30 en verstrooiing terugkeren worden bijvoorbeeld met een tijdsvenster

onderscheiden, afhankelijk van de reistijd van de golven, waarbij de eerst (na loodrechte reflectie) terugkerende signalen als reflectie geïnterpreteerd worden, en signalen die pas na een bepaald tijdsinterval later terugkeren als verstrooiing geïnterpreteerd worden. Dit leidt tot lagere kosten en
5 snellere metingen. Ook kan zonder af te wijken van de uitvinding bijvoorbeeld het zenden en ontvangen voor reflectie en/of verstrooiing van verschillende schepen gebeuren. Of alle berekeningen worden met één computer uitgevoerd.

In principe kan, zeker bij een niet al te diepe zee, informatie die op
10 eenzelfde positie van het schip over reflectie en verstrooiing verkregen is gecombineerd worden met opzoekeenheid 23. Hierbij ontstaat evenwel mogelijk een fout doordat reflectie en verstrooiing van verschillende locaties op de zeebodem gemeten worden, omdat de reflectie van loodrecht onder het schip komt en de verstrooiing gemeten wordt aan golven die onder een hoek
15 met de normaal op de bodem van en naar het schip reizen. Desgewenst kan hiervoor gecorrigeerd worden door metingen te combineren die zijn gedaan terwijl het schip zich op verschillende oppervlaktelocaties bevond, zodat de bodemlocaties waarvan op die oppervlaktelocaties respectievelijk verstrooiing en reflectie gemeten worden zo dicht mogelijk bij elkaar liggen.
20 Dit kan bijvoorbeeld door verstrooiing van bodemlocaties recht vooruit in de koers van het schip te meten en deze te combineren met latere reflectiemetingen die gedaan worden wanneer het schip zich boven de betrokken bodemlocaties bevindt. Dergelijke locaties kunnen eenvoudig met standaard navigatietechnieken bepaald worden.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het classificeren van een bodemsoort op een bodem onder een vloeistof, welke werkwijze de stappen omvat van
 - het uitvoeren van een akoestische reflectiemeting, waarin een eerste attribuut bepaald wordt dat een sterkte representeert waarmee akoestische golven die vanaf een locatie op de bodem door de vloeistof in een reflectierichting gereflecteerd worden;
 - 5 met het kenmerk dat de werkwijze voorts de stappen omvat van
 - het uitvoeren van een akoestische verstrooiingsmeting, waarin een tweede attribuut bepaald wordt van akoestische golven die in wezen vanaf de
 - 10 genoemde locatie op de bodem verstrooid worden;
 - het voorzien in een opzoekeenheid, welke informatie bevat met betrekking tot verschillende combinaties van de waarden van het eerste en tweede attribuut, en genoemde combinaties associeert met respectievelijke bodemclassificaties; en
 - 15 - het identificeren van een bodemclassificatie van de genoemde locatie aan de hand van de bodemclassificatie die de opzoekeenheid met een combinatie van het eerste en tweede attribuut associeert.
2. Werkwijze volgens conclusie 1 met het kenmerk dat het uitvoeren van de reflectiemeting en de verstrooiingsmeting de stap omvat van het
 - 20 normeren van het gemeten gereflecteerde en verstrooide signaal door te compenseren voor akoestische effecten bij tenminste propagatie in de vloeistof.
3. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, waarin de golven voor de verstrooiingsmeting en de reflectiemeting met zendmiddelen worden
 - 25 uitgezonden, met het kenmerk dat de reflectiemeting zo uitgevoerd wordt dat gemeten wordt aan golven welke in een richting loodrecht vanaf de zendmiddelen naar de bodem heen en terug reizen en dat de

verstrooiingsmeting zo uitgevoerd wordt dat gemeten wordt aan golven welke onder een hoek ten opzichte van genoemde loodrechte richting vanaf de zendmiddelen naar de bodem heen en terug reizen.

4. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk dat het uitvoeren van de reflectiemeting en verstrooiingsmeting de stap omvat van het ten behoeve van beide metingen genereren van slechts één actuatiesignaal, waarna bij ontvangst reflectie en verstrooiing van het ene actuatiesignaal onderscheiden worden.
5. Werkwijze volgens conclusie 4, met het kenmerk dat slechts één ontvanger het gereflecteerde en verstrooide signaal registreert, waarbij door het toepassen van een tijdvenster het gereflecteerde en verstrooide signaal worden onderscheiden.
6. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies met het kenmerk dat het tweede attribuut een Lambert verstrooiingsparameter representeert.
7. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk dat een actuatiesignaal met een frequentiespectrum dat in hoofdzaak boven 50 kHz ligt, het verstrooide signaal veroorzaakt.
8. Meetinrichting voor het classificeren van een bodemsoort onder een vloeistof, welke inrichting is voorzien van
 - zendmiddelen welke zijn ingericht voor het genereren van akoestische actuatiesignalen;
 - ontvangstmiddelen welke zijn ingericht voor het registreren van een eerste attribuut van een gereflecteerd signaal dat vanaf een locatie op de bodem door de vloeistof in een reflectierichting gereflecteerd wordt;
 - rekenmiddelen welke zijn ingericht voor het toekennen van een bodemclassificatie aan de hand van het eerste attribuut, met het kenmerk dat de ontvangstmiddelen tevens zijn ingericht voor het onderscheiden van een vanaf de bodem verstrooid signaal en het registreren van een tweede attribuut van het verstrooid signaal, en dat de rekenmiddelen een

opzoekeenheid omvatten waarin informatie geprogrammeerd is die bodemclassificaties associeert met respectievelijke combinaties van waarden van het eerste en tweede attribuut, waarbij de rekenmiddelen ingericht zijn voor het identificeren van de bodemclassificatie door een combinatie van het eerste en tweede attribuut te associëren met informatie uit de opzoekeenheid.

9. Meetinrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk dat de ontvangstmiddelen een ontvanger omvatten welke is ingericht voor het registreren van zowel het gereflecteerde als het verstrooide signaal, en voor het onderscheiden van de respectievelijke signalen door toepassing van een tijdvenster.

10. Meetinrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk dat de zendmiddelen en de ontvangstmiddelen respectievelijk een eerste zender en een eerste ontvanger omvatten ten behoeve van de reflectiemeting, waarbij de eerste zender en de eerste ontvanger met één transducent zijn uitgevoerd.

11. Meetinrichting volgens conclusie 8 of 10, met het kenmerk dat de zendmiddelen en de ontvangstmiddelen respectievelijk een tweede zender en een tweede ontvanger omvatten ten behoeve van de verstrooiingsmeting, waarbij de tweede zender en de tweede ontvanger met één transducent zijn uitgevoerd.

12. Computer programma product voor het classificeren van een bodemsoort onder een vloeistof, welk computer programma product instructies bevat voor het doen uitvoeren van de volgende stappen:

- het registreren van een eerste attribuut van een gereflecteerd signaal van een reflectiemeting aan akoestische golven die vanaf een locatie op de bodem door de vloeistof in een reflectierichting gereflecteerd worden,
- het registreren van een tweede attribuut van een verstrooid signaal van een verstrooiingsmeting aan akoestische golven die in wezen vanaf genoemde locatie op de bodem verstrooid worden;

- het toekennen verschillende bodemclassificaties aan respectievelijke combinaties van waarden van het eerste en tweede attribuut.

13. Computer programma product volgens conclusie 12, met het kenmerk dat het product tevens instructies bevat voor het doen uitvoeren
- 5 van de volgende stappen:
- het meten van het gereflecteerde en verstrooide signaal met behulp van een ontvanger, en
 - het normeren van het gemeten gereflecteerde en verstrooide signaal door te compenseren voor akoestische effecten bij tenminste propagatie in de
- 10 vloeistof.

1021935

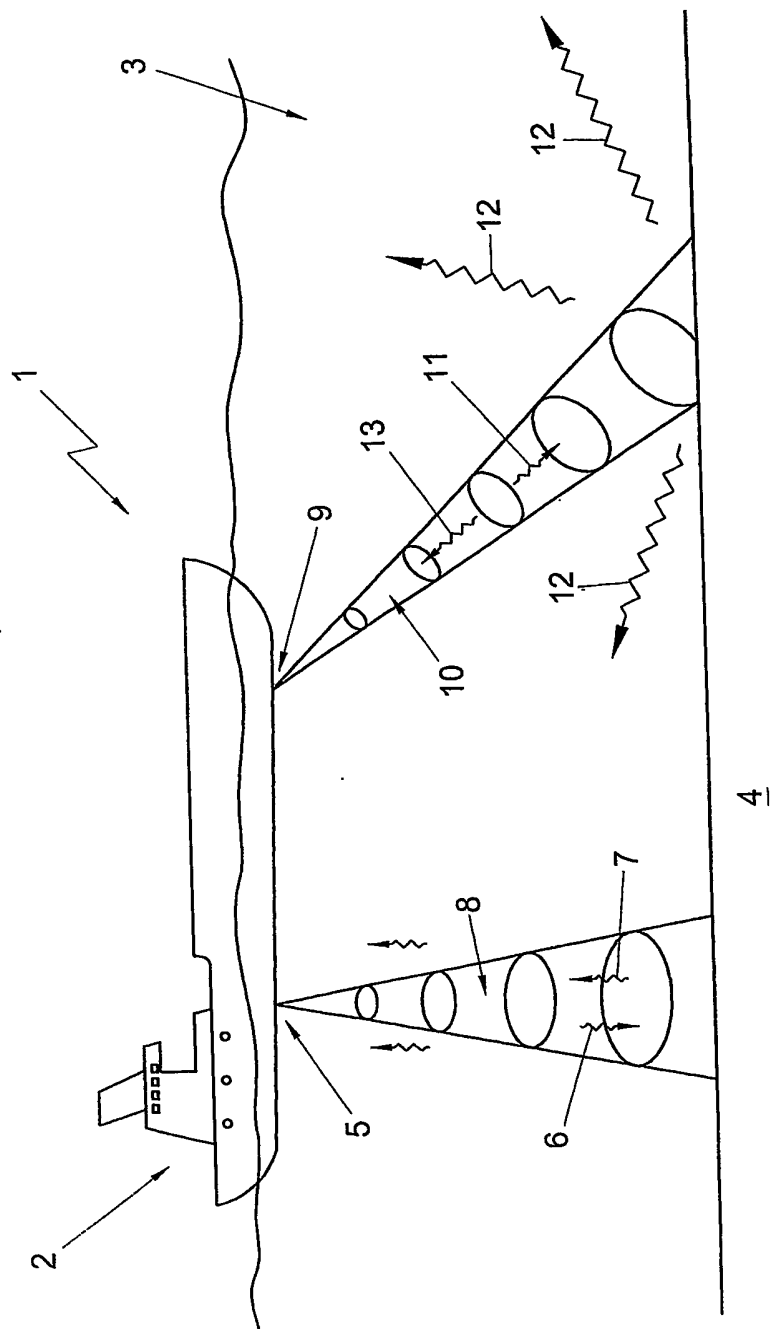
17

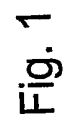
B. v.d. I.E.

15 NOV. 2002

UITTREKSEL

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het classificeren van een bodemsoort op een bodem onder een vloeistof. De werkwijze omvat de stappen van het uitvoeren van een akoestische reflectiemeting, waarin een eerste attribuut bepaald wordt dat een sterkte representeert waarmee akoestische golven die vanaf een locatie op de bodem door de vloeistof in een reflectierichting gereflecteerd worden. Voorts omvat de werkwijze de stappen van het uitvoeren van een akoestische verstrooiingsmeting, waarin een tweede attribuut bepaald wordt van akoestische golven die vanaf de genoemde locatie op de bodem verstrooid worden; het voorzien in een opzoekeenheid, welke informatie bevat met betrekking tot verschillende combinaties van de waarden van het eerste en tweede attribuut, en genoemde combinaties associeert met respectievelijke bodemclassificaties; en het identificeren van een bodemclassificatie van de genoemde locatie aan de hand van de bodemclassificatie die de opzoekeenheid met een combinatie van het eerste en tweede attribuut associeert.





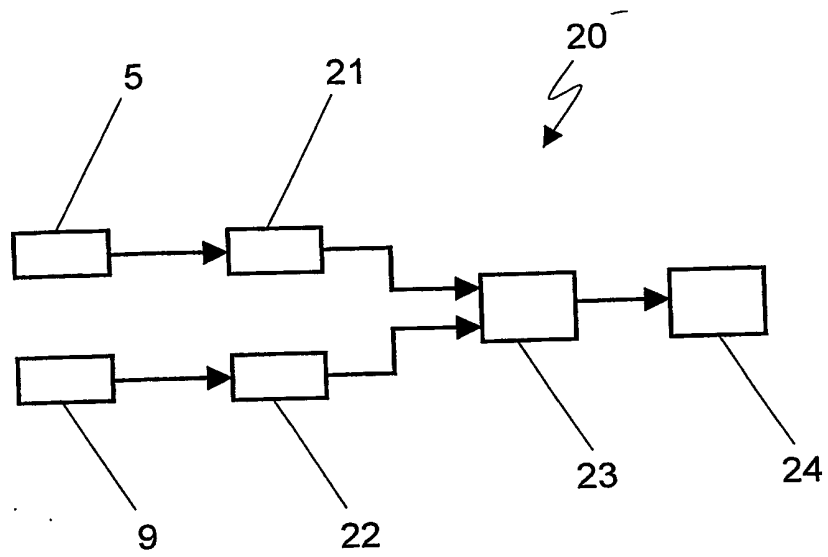


Fig. 2

10 19 35

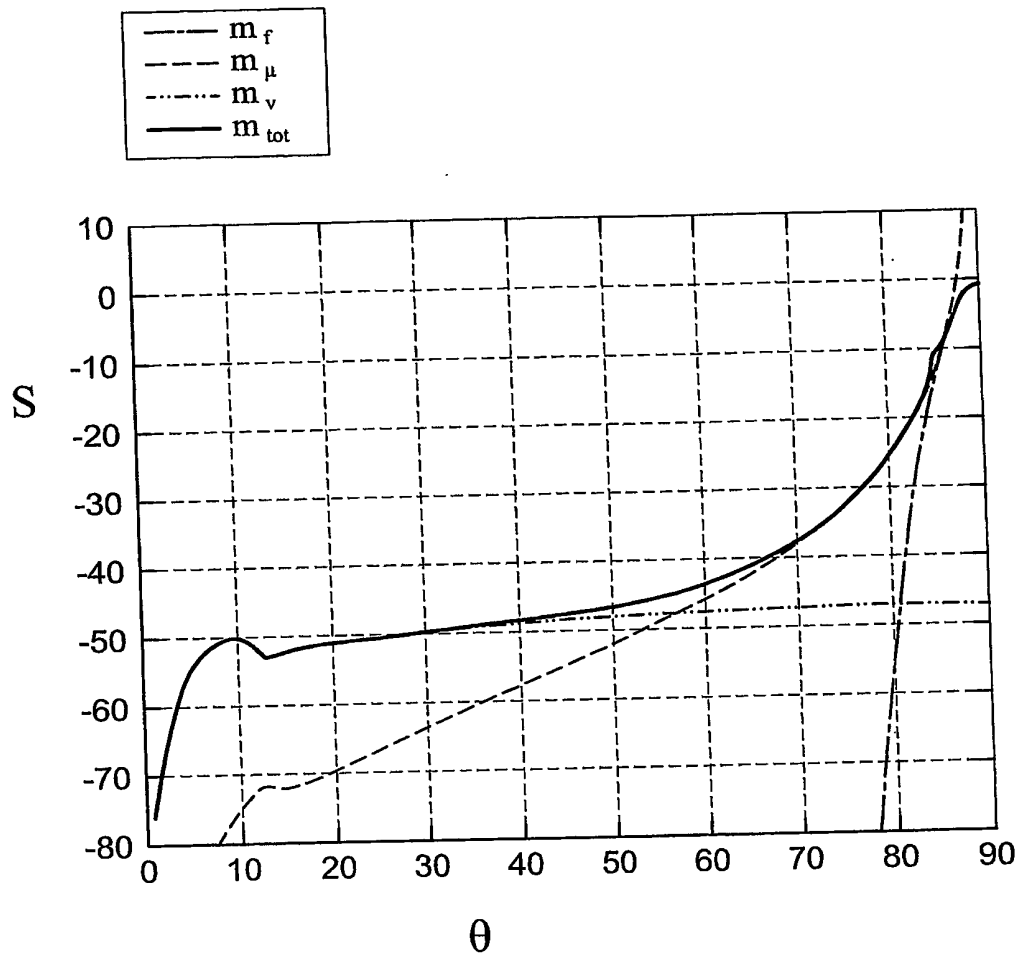


Fig. 3

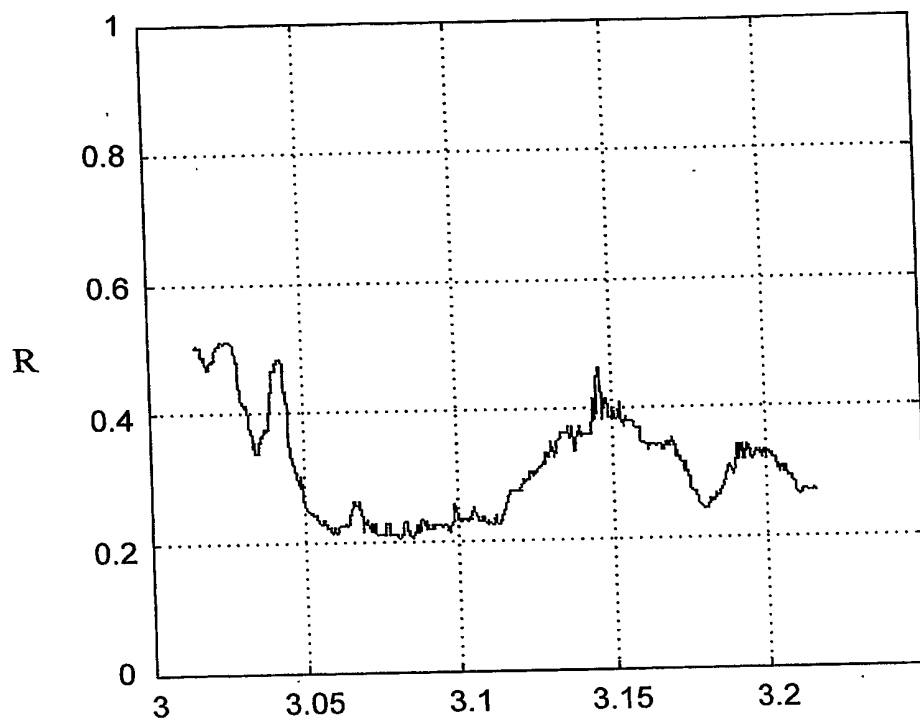


Fig. 4

1021935

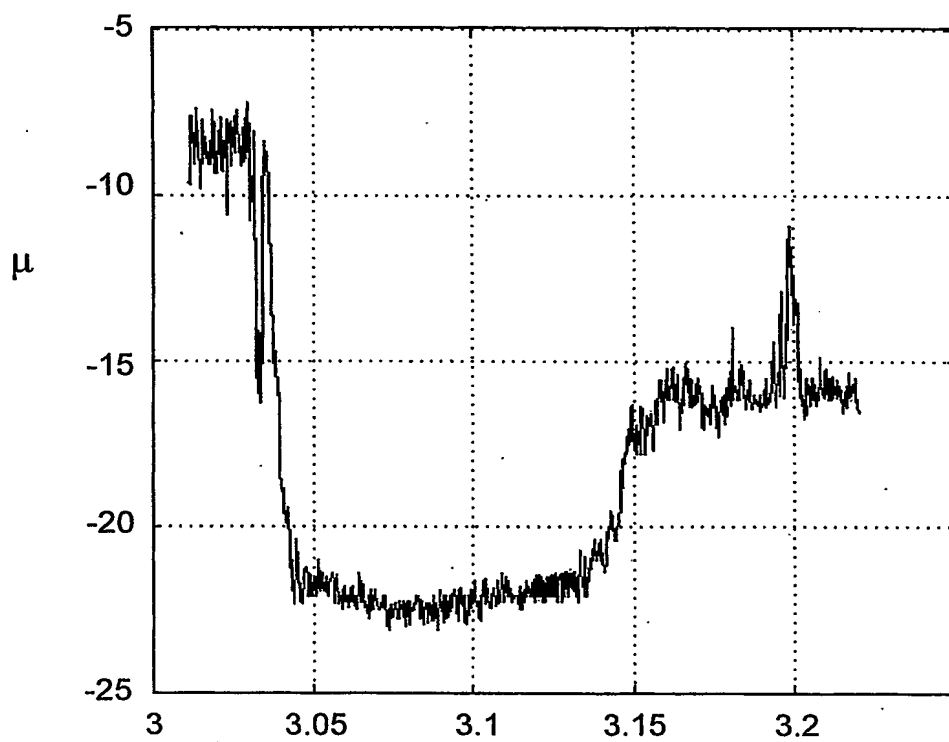


Fig. 5

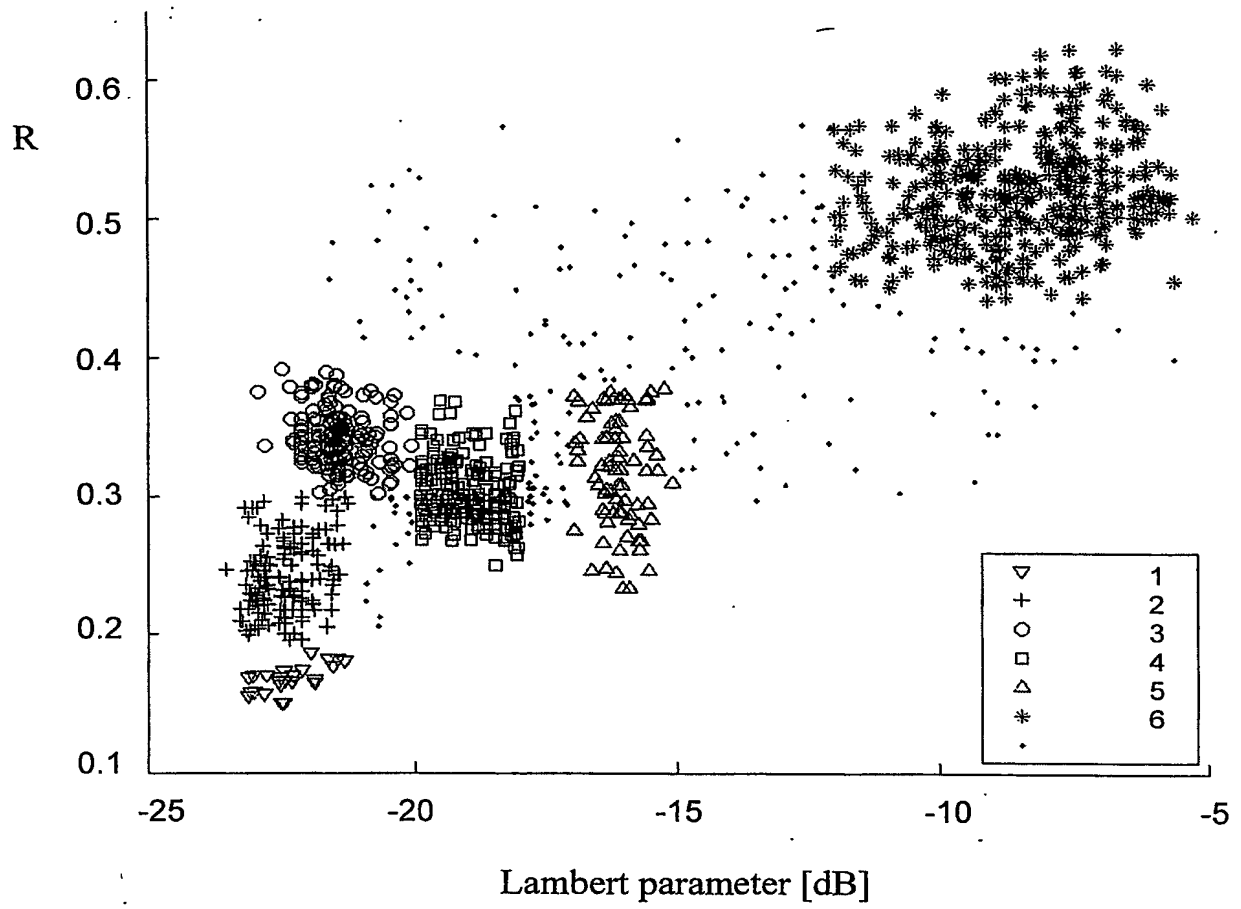


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.